

日本における肥育牛の福祉問題および福祉性改善に有効な屋外運動場の検討

著者	有賀 小百合
号	51
学位授与機関	Tohoku University
学位授与番号	農博第1109号
URL	http://hdl.handle.net/10097/00122740

ありが さゆり

氏 名（本 籍 地） 有 賀 小百合

学 位 の 種 類 博士（農学）

学 位 記 番 号 農博第 1109 号

学 位 授 与 年 月 日 平成 27 年 3 月 25 日

学 位 授 与 の 要 件 学位規則第 4 条第 1 項

研 究 科 ， 専 攻 東北大学大学院農学研究科（博士課程）応用生命科学専攻

論 文 題 目 日本における肥育牛の福祉問題および福祉性改善に有効な屋外運動場の検討

博士論文審査委員 （主査）教 授 佐藤 衆介

教 授 加藤 和雄

教 授 麻生 久

論文内容要旨

日本における肥育牛の福祉問題
および福祉性改善に有効な屋外運動場の検討

Problems on animal welfare of fattening steers and investigation
of outdoor exercise area to improve their welfare in Japan

(平成 26 年度)

東北大学大学院農学研究科
応用生命科学専攻 陸圏生態学分野
有賀 小百合

指導教員

佐藤 衆介 教授

日本における肥育牛の福祉問題および福祉性改善に有効な屋外運動場の検討

第1章 諸言

集約畜産システムは家畜の身体的・心理的健康性を損なう側面があり、国際的にその家畜福祉性の低さが問題視されている。我が国の肉用牛生産は集約飼育が主流だが、家畜福祉への配慮は国際情勢から遅れをとっていると考えられる。EUでは福祉性改善のため屋外運動場の開放を積極的に実施し、繋留飼育乳用牛では身体的・行動的健康性の改善に効果があると報告されている。しかし、我が国のような舎飼肉用牛に関する報告は非常に少ない。また、飼育環境の構成素材は福祉性に大きな影響を与えるが、運動場の構成素材が舎飼肥育牛の福祉性に及ぼす影響は明らかとなっていない。

そこで本研究では、我が国の舎飼肥育牛の福祉問題を解明するとともに、効果的な屋外運動場の開放方法を開放時間と構成素材の点から検討することを目的とした。第2章1節では、舎飼肥育牛の福祉性改善点を家畜福祉評価法 Welfare Quality® assessment protocol により分析した。その結果、正常行動の発現が重要な改善点であったため、第2章2節では、舎飼肥育牛の行動における問題点を放牧牛の行動特徴との比較から検討した。3章では、屋外運動場開放が舎飼肥育牛の行動に及ぼす効果を調査するとともに、有効な開放時間を検討した。次に第4章1節では、運動場の構成素材が舎飼肥育牛の行動に及ぼす影響を調査した。その結果、土壌床の存在が正常行動の発現を持続的に促進したことから、第4章2節では、土壌の提示方法が行動に及ぼす効果を明らかにした。その結果、運動場構成素材として圧縮土壌床が有効であったため、最後に第5章として、圧縮土壌床運動場の定期開放が身体的・心理的健康性、生産性に及ぼす影響を調査した。

第2章 集約飼育下の肥育牛における家畜福祉性評価

家畜福祉に関する国際情勢に対応するため、我が国においても家畜福祉基本原則「5つの自由」のうち、身体的健康性や生産性に関わる事項は指針化されている。しかし、「正常行動の発現の自由」に関しては科学的知見の少なさなどから保留とされている。本章では、我が国の現行の飼養方法における福祉問題、特に正常行動の発現に関する問題点を抽出するため、舎飼肥育牛の家畜福祉性評価を Welfare Quality® assessment protocol、並びに放牧飼育牛の行動特徴との比較から行った。

第1節 実用肥育農場における Welfare Quality® assessment protocol を用いた家畜福祉性評価

3つの実用肥育農場にて、Welfare Quality® assessment protocol により舎飼肥育牛の家畜福祉性を調査した。

全農場で「管理手技に伴う痛みの除去」「社会行動の発現」「他の行動の発現」が低評価となった（表1）。「管理手技に伴う痛みの除去」に関する問題点は、麻酔鎮痛剤の処方なしで除角と去勢を実施する点であった。本問題点は現行の飼養方法においても管理手技方法の僅かな変更により十分改善できる。「社会行動の発現」に関する問題点は、敵対行動が親和行動より多発する点であった。「他の行動の発現」に関する問題点は、放牧地へ解放されていない点であった。舎飼肥育牛の正常行動の発現や社会的親和性の促進には、生得的な行動発現欲求を満たす飼育環境が不可欠であり、現行の飼養方法でも実施可能な対策の検討が必要である。

第2節 放牧牛の行動特徴との比較からみた舎飼肥育牛の福祉問題の検討

現行の飼養方法では正常行動の発現や社会的親和性において改善が必要であった。本節では、特に改善すべき行動発現を調査するため、舎飼肥育牛の行動を2日間、9:00から翌9:00に観察し、放牧牛の行動特徴（田代，1967；三秋ら，1969；表2）との比較を行った。

放牧牛は摂食および探査行動に1日のうち32～38%を、歩行に約5%を費やすが、舎飼肥育牛ではこれらの行動発現が少なく、伏臥位・横臥位休息行動が多発した（図1）。ウシは摂食行動、探査行動、歩行活動の発現に生得的欲求を持ち、これらの正常行動発現の抑制は欲求不満状態につながる。舎飼肥育牛の福祉性改善には、これらの正常行動の発現や立位姿勢の促進が求められると示唆した。

第3章 経時的行動変化からみた屋外運動場開放時間の検討

屋外運動場の開放は、繋留飼育乳用牛の探査行動、歩行活動、遊戯行動などの正常行動の発現を促進する。本章では、運動場開放が舎飼肥育牛の行動に及ぼす効果を明らかにし、有効な開放時間を検討するため、肥育牛にコンクリート床運動場を5時間開放し（以下、運動場区）、終日舎飼牛（以下、舎飼区）の行動と比較した。

全開放期間中、運動場区では探査行動や歩行活動が舎飼区より多く発現した（表

3)。開放 2 時間目以降、運動場区では探査行動、歩行活動ともに開放 1 時間目よりも半減した（表 3）。運動場区の開放 1 時間目にのみ遊戯行動が発現し（表 4）、運動場利用率は開放 1 時間目にのみ畜舎内ペン利用率より高かった（表 3）。以上のことから、運動場開放は舎飼肥育牛においても正常行動の発現促進効果があると示唆した。また、正常行動の発現や運動場利用が活発な 1 時間が特に有効であると判断した。

第 4 章 屋外運動場の構成素材が正常行動の発現に及ぼす影響

複雑または生息環境に類似した飼育環境の提示は、飼育動物の行動的健康状態の改善に効果がある。舎飼肥育牛に屋外運動場を開放する際にも自然素材を提示することで、運動場開放による効果をより高めると考えられる。本章では、運動場の構成素材が舎飼肥育牛の行動に及ぼす影響を明らかにした。

第 1 節 3 素材の屋外運動場の開放が正常行動の発現に及ぼす影響

人工素材のコンクリート床運動場区（以下、コンク床区）と、自然素材の土壌床運動場区（以下、土壌床区）および草地床運動場区（以下、草地床区）を 1 時間ずつ舎飼肥育牛に開放し、終日舎飼区の行動と比較した。

運動場開放時、全運動場区で探査行動や歩数が舎飼区より増加し、個体遊戯行動が新たに発現した（表 5, 6）。土壌床区では探査行動が他区より多く発現し（表 5）、正常行動の発現をより効果的に促進した。運動場閉鎖後、コンク床区では探査行動が舎飼区より多く発現したが、歩数や立位休息行動が低下、伏臥位・横臥位姿勢が増加した（表 7, 8）。草地床区では閉鎖 1 日後に歩数が低下した（表 8）。一方で、土壌床区では閉鎖後にも探査行動や立位休息行動、歩数が舎飼区より増加し、伏臥位休息・反すう行動や睡眠行動が減少した（表 7, 8）。コンクリート床および草地床運動場は、開放時にのみ正常行動の発現を促進し、閉鎖後には効果がなかった。それに対し、土壌床運動場は開放時および閉鎖 1 日後まで探査行動や歩行活動などの立位姿勢における正常行動の発現を促進し、持続的に行動発現を正常化する効果があった。

第 2 節 屋外運動場における土壌の提示方法が正常行動の発現に及ぼす影響

前節から土壌床運動場は持続的な正常行動の発現に特に有効であることが明らかとなった。本節では、運動場における土壌の提示方法が舎飼肥育牛の行動に及ぼす効

果を検討することを目的とした。舎飼肥育牛に土壌のニオイ（以下、土ニオイ区）、土山（以下、土山区）、耕耘土壌床（以下、耕耘床区）、圧縮土壌床（以下、圧縮床区）を提示し、コンクリート床運動場を開放した牛（以下、コンク床区）の行動と比較した。

開放時、土ニオイ区では立位休息行動がコンク床区より増加したが、その他の行動には差がなかった（表 9）。土山区では探查行動や誇示行動が多く発現した（表 9, 10）。耕耘および圧縮床区は、歩行活動や個体遊戯行動、親和行動などの複数の正常行動が多く発現した（表 10）。閉鎖後、土山区、耕耘および圧縮床区では歩行活動がコンク床区より多かった（表 10）。圧縮床区では閉鎖後の探查行動が他土壌提示区より多く発現した（表 9）。以上のことから、舎飼肥育牛に屋外運動場を開放する際には、締め固めたコンクリートではなく、適度に硬い圧縮土壌床にすることが持続的に多数の正常行動の発現に有効であると示唆した。また、身体的接触が可能な土壌の提示も、誇示行動を主とした正常行動の発現に一定の効果があつた。

第 5 章 定期的な土壌床運動場の開放が福祉性、健康性および生産性に及ぼす影響

歩行活動の増加は身体的健康性を改善し、正常行動の発現が可能な飼育環境は心理的健康性の改善に効果があることが乳用牛や肥育豚において明らかとなっている。圧縮土壌床運動場は舎飼肥育牛の正常行動や活動性を持続的に促進したことから、同様の効果が期待できる。本章では、圧縮土壌床運動場（以下、土壌床区）を 2 ヶ月間（3 日毎、1 時間/日）、前期および後期肥育牛に開放し、身体的健康状態、生産性、生理的ストレス反応、行動反応に及ぼす影響を調査した。そして、コンクリート床運動場区（以下、コンク床区）および終日舎飼区（以下、舎飼区）と比較した。

後期肥育牛の代謝プロファイルテストの結果、土壌床区では血清中グルコース濃度および無機 iP 濃度の適正範囲（55～65 mg/dl および 4.5～6.5 mg/dl）内個体数が開放 2 ヶ月目に舎飼区より増加した（図 2）。歩行活動の増加により、濃厚飼料多給によるエネルギー過多が改善したと推察した。増体重および増体率は他区と差がなく（表 11）、土壌床運動場の開放による増体性への悪影響はなかった。肥育後期牛の出荷時産肉成績に有意差はなかったが、多くの項目で舎飼区より好成績となった（表 12）。開放 1 ヶ月後、血清中コルチゾル基底値が他区より低下し、急性ストレスに対するコルチゾル反応性が増加した（図 3）。新奇刺激（仔ウシのデコイ）に対する親和行動が他区より多く発現し、攻撃行動が発現しなかった（図 4）。新奇刺激提示試験中の排便個体数は

舎飼区より少ない傾向があった（図 4）。以上のことから、圧縮土壌床運動場の定期開放は、生産性に影響することなくエネルギー過多を解消することが明らかとなった。出荷時産肉成績を向上する可能性も示唆された。また、舎飼肥育牛の心理的ストレスを軽減し、ストレスや飼育環境変化に対する適応性を高める効果があった。

第 6 章 総合考察

現行の集約的な肥育牛生産では、苦痛制御、正常行動の発現（特に摂食行動、探査行動、歩行活動）および社会的親和性の低下といった福祉問題があることが明らかとなった（第 2 章）。苦痛制御は管理手技方法の変更により簡単に改善できる。しかし、正常行動の発現や社会的親和性の促進には、生得的な行動発現欲求を満たす飼育環境の提示が不可欠である。

1 時間の土壌床屋外運動場の開放は、開放時および閉鎖 1 日後まで正常行動の発現促進に効果があり、舎飼肥育牛の福祉性を向上させることが明らかとなった（第 3 章および第 4 章 1 節）。特に圧縮した土壌床運動場は有効な土壌提示方法であった（第 4 章 2 節）。また、圧縮土壌床運動場の定期開放は、肥育後期牛の身体的健康性を改善し、出荷時産肉成績を向上する可能性が示唆された。さらに、肥育牛の心理的ストレスを軽減し、ストレスや飼育環境の変化に対する適応性を高める効果があった（第 5 章）。

圧縮土壌床運動場の開放が肥育牛の福祉性にもたらす利益は多岐に渡っており、3 日に 1 度、1 日 1 時間の開放により身体的健康性、行動的・心理的健康性、生産性のすべての面において舎飼肥育牛の福祉性を改善することが可能であった。現行の集約畜産システムにおける圧縮土壌床運動場の定期開放の導入は、舎飼肥育牛の福祉性を総合的に改善する可能性があり、家畜福祉に関する国際的な動向に対応することが可能であると考えられる。

表 1. Welfare Quality® assessment protocol (2009) による実用舎飼肥育牛の福祉性評価.

福祉指針	福祉基準	A 農場		B 農場		C 農場	
適正な給餌	長期空腹状態からの回避	100.0		100.0		100.0	
	長期渇水状態からの回避	45.0	*	80.0		45.0	*
適正な畜舎	休息時の快適性	60.5		No Data		49.9	*
	温熱環境の快適性			(測定方法未定)			
	動きの自由度	62.3		80.1		83.2	
健康状態	無損傷	86.8		73.8		80.0	
	無疾病	100.0		100.0		81.0	
	管理手技に伴う痛みの除去	28.0	*	0.0	**	21.0	*
適正な行動	社会行動の発現	42.5	*	21.5	*	11.9	**
	他の行動の発現	0.0	**	0.0	**	0.0	**
	ヒトと動物との良好な関係	82.4		94.7		89.1	
	快情動	66.1		5.1	**	63.6	

優: 80 点以上、良: 55 点以上、可: 20 点以上 (*), 不可: 20 点未満(**).

表 2. 本研究で引用した文献における放牧牛の観察条件.

	田代 (1967)	三秋ら (1969)
供試牛	黒毛和種去勢牛	黒毛和種去勢牛
月齢	若齢	12.7
放牧方法	5 牧区の輪換放牧 (人工草地と野草地が隣接)	8 牧区の輪換放牧 (3 日/区; 人工草地)
全放牧地面積 (ha)	10	2.04
群サイズ (頭)	32	8
観察時期	7 月	8 月 12 日
観察時間 (時間)	24	24
観察方法	連続観察	10 分間隔スキャンサンプリング

維持行動時間配分 (%)

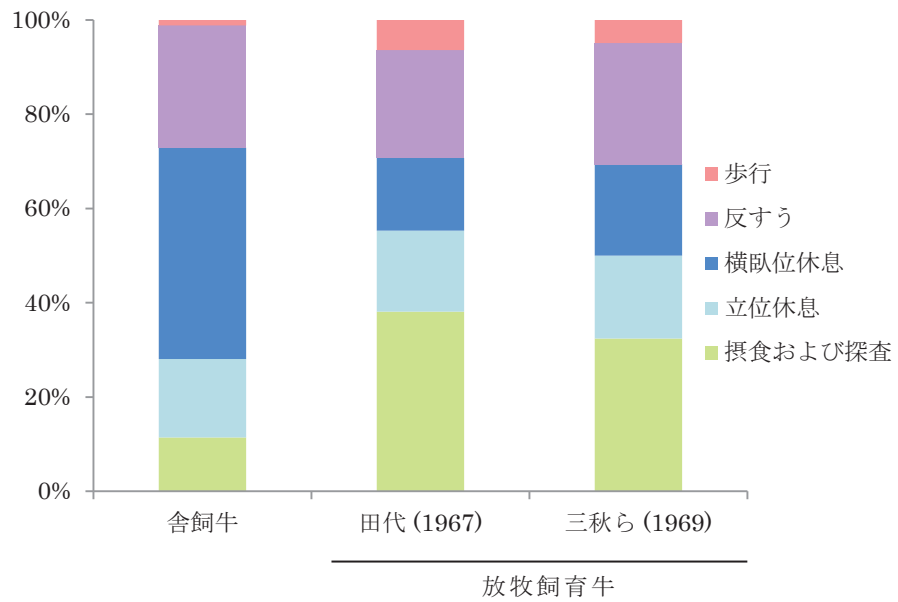


図 1. 舎飼肥育牛と放牧飼育牛の維持行動時間配分 (%).

表 3. 舎飼および 5 時間のコンクリート床運動場開放における肥育牛の行動時間配分および運動場利用率の経時的変化 (%: スキャンサンプリング).

行動 (%)		1 時間目		2 時間目		3 時間目		4 時間目		5 時間目							
		Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.						
摂食	舎飼区	20.5	20.6		3.5	5.3		0.0	0.0		1.4	3.2		2.8	4.1		
	運動場区	11.8	12.5	b	8.0	12.6	a	3.8	5.8	a	4.2	5.3	a	0.7	2.4	a	
探査	舎飼区	4.5	5.2	} *	5.6	4.5		1.7	2.8		5.6	6.5		0.7	1.6		
	運動場区	29.9	14.3		b	14.2	7.2	a	12.5	9.9	a	14.2	10.0	a	16.3	14.0	a
歩行	舎飼区	2.1	2.8	} *	0.7	1.6	} *	0.0	0.0	} *	0.0	0.0	} *	0.7	1.6	} *	
	運動場区	9.7	4.5		AB	4.2		6.2	A		5.2	4.4		6.3	8.6		3.8
休息	立位	舎飼区	42.0	23.1		47.2	11.1		5.2	7.6	} *	6.6	5.8	} *	10.8	13.9	} *
		運動場区	31.9	15.7	b	38.2	15.1	b	32.3	11.3		a	30.9		11.6	a	
	伏・横臥位	舎飼区	7.3	16.6	} *	10.8	8.4	} *	64.6	26.6	} *	58.3	25.0	} *	54.5	18.7	} *
		運動場区	0.0	0.0			2.4		5.2			11.5	15.8			13.2	
反芻	立位	舎飼区	0.7	1.6		9.7	9.8		1.7	2.8	} *	2.1	3.3		0.7	2.4	} *
		運動場区	0.4	1.2	a	7.3	8.2	b	12.2	10.0		ac	6.6	7.6	ac	9.0	
	伏・横臥位	舎飼区	1.4	2.7	} *	13.5	11.3	} *	21.9	23.8	} *	20.8	16.9	} *	27.4	17.8	} *
		運動場区	0.0	0.0		a	1.7		6.0	a		10.8	15.8		b	20.5	
利用率	ペン	33.5	24.0	} †	44.3	23.7		58.6	30.0	} †	62.4	24.6	} †	53.0	33.7		
	運動場	66.5	24.0		b	55.7	23.7	ab	41.4		30.0	a		37.6	24.6	a	47.0

舎飼区: 終日舎飼区、運動場区: コンクリート床運動場区.

*: 各開放時間および各行動単位における舎飼区と運動場区との比較で有意差あり (対応のある t 検定, $P < 0.05$).

a, b: 運動場区および運動場利用率における各開放時間の間での比較で異文字間に差あり (Tukey-Kramer 法, $P < 0.05$).

A, B: 運動場区における各開放時間の間での比較で同文字間に差がある傾向あり (Tukey-Kramer 法, $P < 0.1$).

†, ‡: 畜舎内ペンと屋外運動場利用率との比較で有意差あり (χ^2 検定, $P < 0.1$, $P < 0.05$).

表 4. 舎飼および 5 時間のコンクリート床運動場開放における肥育牛の遊戯行動および社会行動の発現頻度の経時的変化 (No./時: 連続観察法).

行動 (No./時)		1 時間目			2 時間目			3 時間目			4 時間目			5 時間目	
		Mean	S.D.		Mean	S.D.		Mean	S.D.		Mean	S.D.		Mean	S.D.
個体遊戯	舎飼区	0.0	0.0	} *	0.0	0.0		0.0	0.0		0.0	0.0		0.0	0.0
	運動場区	3.7	2.6		0.0	0.0		0.0	0.0		0.0	0.0		0.0	0.0
親和	舎飼区	6.1	3.3	} *	2.3	1.7		0.1	0.3		0.1	0.3		1.0	1.4
	運動場区	0.9	0.9		2.4	1.0		0.6	0.8		0.8	1.0		0.6	0.5
敵対	舎飼区	1.8	2.3	} *	1.4	0.9	} *	0.4	0.3	} *	0.4	0.8		0.0	0.0
	運動場区	9.6	5.0		3.6	1.1		2.5	0.9		1.4	0.9		1.4	1.8

舎飼区: 終日舎飼区、運動場区: コンクリート床運動場区.

*: 個体遊戯行動 (Wilcoxon signed-rank 検定) および親和・敵対行動 (対応のある t 検定) における各開放時間の舎飼区と運動場区との間に有意差あり ($P < 0.05$).

6

表 5. コンクリート床、土壌床および草地床からなる屋外運動場の開放 1 時間における肥育牛の行動時間配分 (%: スキャンサンプリング).

行動 (%)	開放時 (10:00 - 11:00)											
	舎飼区			コンク床区			土壌床区			草地床区		
	Mean	S.D.		Mean	S.D.		Mean	S.D.		Mean	S.D.	
摂食	27.8	14.1	a	26.4	11.7	a	14.6	12.4	a	51.4	18.1	b
探索	5.2	5.9	a	37.5	14.4	c	55.6	10.9	d	20.8	11.5	b
立位休息	36.1	11.8	b	13.9	7.4	a	14.6	10.1	a	15.3	10.6	a
伏臥位・横臥位休息	9.7	13.7	b	0.0	0.0	a	0.0	0.0	a	0.0	0.0	a
反すう	3.5	5.8	b	0.0	0.0	a	0.0	0.0	a	0.0	0.0	a
運動場利用率	-	-		66.0	23.4		52.8	22.3		-	-	

舎飼区: 終日舎飼区、コンク床区: コンクリート床運動場区、土壌床区: 土壌床運動場区、草地床区: 草地床運動場区.

abcd: 各行動単位の異文字間で有意差あり (Tukey-Kramer 法, $P < 0.05$).

表 6. コンクリート床、土壌床および草地床からなる屋外運動場の開放 1 時間における肥育牛の行動発現頻度 (No./時: 連続観察法).

行動 (No./時)	開放時 (10:00 - 11:00)											
	舎飼区			コンクリート床区			土壌床区			草地床区		
	Mean	S.D.		Mean	S.D.		Mean	S.D.		Mean	S.D.	
歩数	161	31	a	314	74	b	334	77	b	379	83	b
個体遊戯	0.0	0.0	a	17.8	12.8	b	21.7	16.8	b	12.8	15.7	b
社会遊戯	2.4	2.5	a	28.0	3.0	b	7.3	2.9	a	6.8	4.0	a
親和	13.5	5.5	c	1.5	1.0	ab [†]	3.5	1.7	b	0.0	0.0	a [†]
敵対	4.9	1.9		15.5	7.4		8.8	3.9		26.5	16.5	

舎飼区: 終日舎飼区、コンクリート床区: コンクリート床運動場区、土壌床区: 土壌床運動場区、草地床区: 草地床運動場区.

abc: 各行動単位の異文字間で有意差あり (Shaffer, $P < 0.05$).

[†]: 各行動単位の同符号間で有意な傾向あり (Shaffer, $P < 0.1$).

表 7. コンクリート床、土壌床および草地床からなる屋外運動場の閉鎖後における肥育牛の行動時間配分 (%: スキャンサンプリング).

行動 (%)	閉鎖後 (11:00 - 翌 9:00)											
	舎飼区			コンクリート床区			土壌床区			草地床区		
	Mean	S.D.		Mean	S.D.		Mean	S.D.		Mean	S.D.	
摂食	7.2	1.6		8.0	1.2		8.1	2.3		8.0	1.4	
探査	2.1	0.8	a	3.6	1.2	b	3.6	1.6	b	2.1	1.1	a
立位休息	14.6	3.0	b	9.3	3.6	a	21.4	6.5	c	13.9	3.5	b
立位反すう	5.9	2.7	ab	5.1	2.9	ab	7.1	3.8	b	3.9	4.0	a
伏臥位休息・反すう	52.5	5.1	b	56.9	6.0	b	42.5	7.7	a	54.1	5.5	b
睡眠	12.3	2.3	b	10.9	2.8	b	7.3	3.9	a	12.3	3.6	b
行動 (%)	閉鎖 1 日後 (翌 9:00 - 翌々 9:00)											
	舎飼区			コンクリート床区			土壌床区			草地床区		
	Mean	S.D.		Mean	S.D.		Mean	S.D.		Mean	S.D.	
摂食	10.6	1.6		9.4	1.6	AB	11.2	3.2	A	11.2	3.2	B
探査	2.4	0.8		2.3	0.9		2.7	1.2		2.7	1.2	
立位休息	15.4	3.1		13.0	2.9		15.1	3.4		15.5	3.1	
立位反すう	5.5	2.7	b	2.5	2.4	a	3.1	2.1	a	3.1	2.4	a
伏臥位・横臥位姿勢	60.4	4.7	a	68.1	5.5	b	62.7	6.2	a	63.1	6.1	a

舎飼区: 終日舎飼区、コンクリート床区: コンクリート床運動場区、土壌床区: 土壌床運動場区、草地床区: 草地床運動場区.

abc: 各行動単位の異文字間で有意差あり (Tukey-Kramer 法, $P < 0.05$).

AB: 各行動単位の同文字間で有意な傾向あり (Tukey-Kramer 法, $P < 0.1$).

表 8. コンクリート床、土壌床および草地床からなる屋外運動場の閉鎖後における肥育牛の行動発現頻度 (No./時: 連続観察法).

行動 (No./時)	閉鎖後 (11:00 - 翌 9:00)											
	舎飼区			コンクリート床区			土壌床区			草地床区		
	Mean	S.D.		Mean	S.D.		Mean	S.D.		Mean	S.D.	
歩数	136	18	b	105	30	a	234	64	c	126	21	ab
社会遊戯	2.9	0.9	c ⁺	1.6	0.2	bc ⁺	2.0	1.0	ab	1.2	0.3	a
親和	5.3	2.4		4.4	1.4		5.8	3.6		4.2	1.2	
敵対	7.1	1.5	b ⁺	2.6	0.7	a	4.0	1.7	ab ⁺	4.3	2.6	ab
	閉鎖 1 日後 (翌 9:00 - 翌々 9:00)											
	舎飼区			コンクリート床区			土壌床区			草地床区		
	Mean	S.D.		Mean	S.D.		Mean	S.D.		Mean	S.D.	
歩数	69	9	c	42	8	a	99	27	d	59	10	b
社会遊戯	1.4	0.4	b	0.7	0.5	a	0.6	0.2	a	0.7	0.1	ab
親和	2.8	1.2	b ⁺	1.4	0.7	a	1.3	0.6	ab ⁺	2.1	0.6	ab
敵対	3.4	0.6	b	1.3	0.2	a	2.7	1.8	b	2.3	1.1	b

舎飼区: 終日舎飼区、コンクリート床区: コンクリート床運動場区、土壌床区: 土壌床運動場区、草地床区: 草地床運動場区.

abc: 各行動単位および歩数の異文字間で有意差あり (Shaffer, $P < 0.05$).

⁺: 行動単位の同符号間で有意な傾向あり (Shaffer, $P < 0.1$).

表 9. 屋外運動場における土壌の提示方法の違いが開放時および閉鎖後の肥育牛の行動時間配分に及ぼす影響 (%: スキャンサンプリング).

行動 (%)	開放時 (10:00 - 11:00)													
	コンク床区		土ニオイ区			土山区			耕耘床区			圧縮床区		
	Mean	S.D.	Mean	S.D.		Mean	S.D.		Mean	S.D.		Mean	S.D.	
摂食	26.4	11.7	0.7	2.4	a**	2.8	5.4	a**	5.6	7.4	ab**	10.4	10.7	b**
探査	37.5	14.4	50.0	11.2	ab	62.5	18.6	b**	51.4	15.0	ab	44.4	10.3	a
立位休息	13.9	7.4	32.6	15.3	b*	2.8	5.4	a	26.4	19.7	b	29.2	14.4	b [†]
運動場利用率	66.0	23.4	80.6	18.9		81.9	15.4		81.3	10.1		74.3	14.0	
閉鎖後 (11:00 - 翌 9:00)														
摂食	8.0	1.2	8.8	1.6		8.9	2.0		8.8	1.6		8.9	1.4	
探査	3.6	1.2	2.4	1.1	A	3.2	1.7		2.3	1.1	B	3.6	2.4	AB
立位休息	9.3	3.6	15.2	3.7	*	15.5	7.3	*	14.1	4.7		12.5	2.6	
立位反すう	5.1	2.9	5.0	5.6		6.1	7.8		4.3	3.7		3.8	4.0	
伏臥位休息・反すう	60.1	6.3	50.9	5.7	*	49.0	10.4	**	51.8	6.5	*	52.2	3.5	*
睡眠	10.9	2.8	15.2	4.8		15.5	3.5	†	15.4	3.4	†	16.0	5.8	*

コンク床区: コンクリート床運動場区、土ニオイ区: 土壌のニオイ提示区、土山区: 土山提示区、耕耘床区: 耕耘土壌床運動場区、圧縮床区: 圧縮土壌床運動場区.
 abc: 行動単位の異文字間で有意差あり (Tukey-Kramer 法, $P < 0.05$).

A, B: 各行動単位の同文字間で有意な傾向あり (Tukey-Kramer 法, $P < 0.1$).

†, *, **: 各行動単位のコンク床区との比較で有意差または有意な傾向あり (Tukey-Kramer 法, $P < 0.1$, $P < 0.05$, $P < 0.01$).

表 10. 屋外運動場における土壌の提示方法が開放時および閉鎖後の肥育牛の行動発現頻度に及ぼす影響 (No./時: 連続観察法).

行動 (No./時)	開放時 (10:00 - 11:00)													
	コンク床区		土ニオイ区		土山区			耕耘床区		圧縮床区				
	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.		Mean	S.D.		Mean	S.D.		
歩数	314	74	383	84		403	117		424	70	*	442	81	*
個体遊戯	17.8	12.8	27.7	22.5	a	27.1	16.1	a	68.8	29.2	b**	66.3	39.3	b*
社会遊戯	28.0	3.0	10.1	4.5	†	19.3	15.1		16.9	5.2	†	14.8	4.9	†
誇示	0.0	0.0	0.0	0.0	a	23.3	16.0	c**	2.1	3.4	bA*	0.2	0.6	abA
親和	1.5	1.0	2.0	2.2		4.3	2.1		6.3	2.1	*	8.3	5.0	*
敵対	15.5	7.4	11.5	7.2		13.5	9.9		12.8	7.1		13.3	5.6	
閉鎖 1 日後 (9:00 - 翌 9:00)														
歩数	42	8	60	27		61	18	*	53	11	*	62	17	*

コンク床区: コンクリート床運動場区、土ニオイ区: 土壌のニオイ提示区、土山区: 土山提示区、耕耘床区: 耕耘土壌床運動場区、圧縮床区: 圧縮土壌床運動場区.

abc: 各行動単位の異文字間で有意差あり (Shaffer, $P < 0.05$).

^A: 各観察項目の同文字間で有意な傾向あり (Shaffer, $P < 0.1$).

†, *, **: 各行動単位および歩数におけるコンク床区との比較で有意差または有意な傾向あり (Steel, $P < 0.1$, $P < 0.05$, $P < 0.01$).

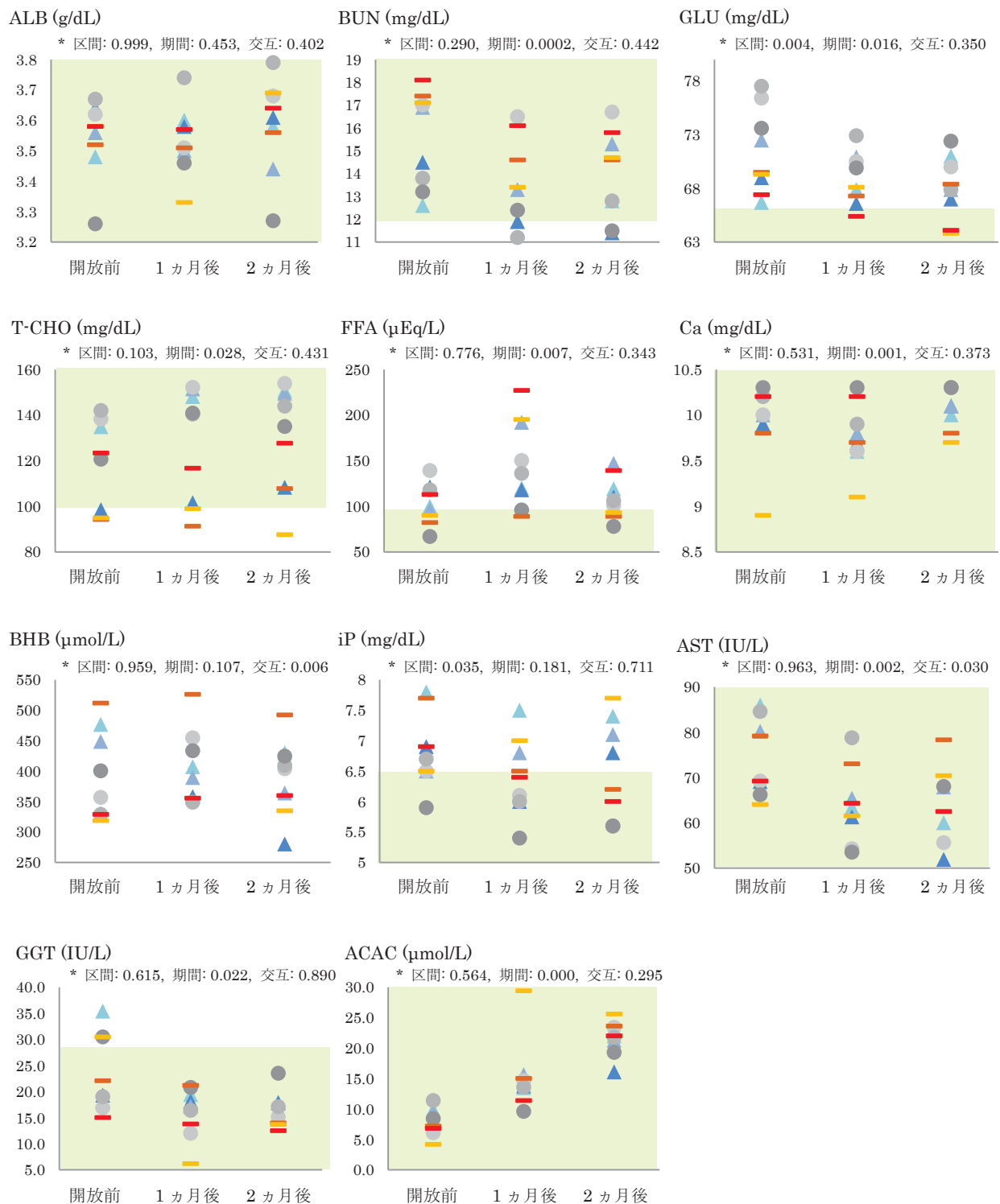


図 2. 定期的な運動場の開放が肥育後期牛の代謝プロファイルテストに及ぼす影響。

△: 舎飼区、○:コンク床区、—: 土床区で各個体の値を示す。緑色網掛け: 適正範囲を示す。

*: 調査時期と処理を二元とする Two-way ANOVA の結果 (区間: 処理区間の比較; 期間: 開放前・開放 1 カ月後・開放 2 カ月後の比較; 交互: 交互作用)。

表 11. 定期的な運動場の開放が肥育牛の体重、増体重および増体率に及ぼす影響.

肥育前期	体重 (kg)					2 ヶ月間の 増体重 (kg)		2 ヶ月間の 増体率	
	開放前		開放 2 ヶ月後						
	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	
舎飼区	432.7	43.5	485.3	43.5	b	52.7	13.6	1.12	0.04
コンク床区	361.7	27.6	404.0	27.6	a	42.3	6.7	1.12	0.03
土壌床区	360.0	27.5	408.0	27.5	ab	48.0	15.6	1.13	0.04
P-value ¹⁾	0.063		0.038			0.510		0.904	

肥育後期	体重 (kg)					2 ヶ月間の 増体重 (kg)		2 ヶ月間の 増体率	
	開放前		開放 2 ヶ月後						
	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	
舎飼区	663.3	42.4	b	694.7	48.0	31.3	11.4	1.05	0.02
コンク床区	558.7	35.6	a	592.7	46.9	34.0	12.0	1.06	0.02
土壌床区	662.7	46.6	b	686.7	46.2	24.0	6.0	1.04	0.01
P-value ¹⁾	0.034		0.068			0.500		0.240	

舎飼区: 終日舎飼区、コンク床区: コンクリート床運動場区、土壌床区: 圧縮土壌床運動場区.

1): 各調査項目における処理区間の比較 (One-way ANOVA).

ab: 各調査項目における処理区間の比較において異文字間に差あり (Tukey-Kramer 法, $P < 0.05$).

表 12. 定期的な運動場の開放が肥育後期牛の出荷時成績に及ぼす影響.

	出荷時体重 (kg)		枝肉重量 (kg)		ロース芯面積 (m ²)		バラの厚さ (cm)		皮下脂肪厚 (cm)		歩留基準値		BMS (No.)		脂肪交雑等級 (No.)	
	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.
舎飼区	768.0	64.1	460.0	36.8	61.7	11.5	7.7	1.1	2.7	1.0	74.4	2.4	5.3	1.5	3.7	0.6
コンク床区	708.7	51.3	435.7	40.4	62.0	5.3	7.6	0.5	2.2	0.3	75.1	0.4	6.7	2.5	4.0	1.0
土壌床区	718.0	38.6	437.3	21.5	67.3	11.7	7.8	0.7	2.2	0.3	75.9	2.2	7.0	1.7	4.3	0.6
P-value	0.388 ¹⁾		0.639 ¹⁾		0.747 ¹⁾		0.979 ¹⁾		0.519 ¹⁾		0.587 ²⁾		0.270 ²⁾		0.513 ²⁾	
	BCS (No.)		肉の光沢 (No.)		BCS・光沢等級 (No.)		しまり (No.)		きめ (No.)		しまり・きめ 等級 (No.)		取引価格 (円/kg)		内臓廃棄個 数 (割合: %)	
	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.		
舎飼区	4.0	0.0	3.3	0.6	3.3	0.6	3.3	0.6	4.0	1.0	3.3	0.6	1525	111	0	(0.0)
コンク床区	4.0	0.0	4.0	1.0	4.0	1.0	4.3	1.2	4.7	0.6	4.3	1.2	1693	259	1	(33.3)
土壌床区	4.0	1.0	4.3	0.6	4.3	0.6	4.3	0.6	4.7	0.6	4.3	0.6	1877	152	0	(0.0)
P-value	1.000 ²⁾		0.270 ²⁾		0.270 ²⁾		0.263 ²⁾		0.513 ²⁾		0.263 ²⁾		0.145 ¹⁾		0.325	

舎飼区: 終日舎飼区、コンク床区: コンクリート床運動場区、土壌床区: 圧縮土壌床運動場区.

1): 各評価項目における処理区間の比較 (One-way ANOVA).

2): 各評価項目における処理区間の比較 (Kruskal-Wallis).

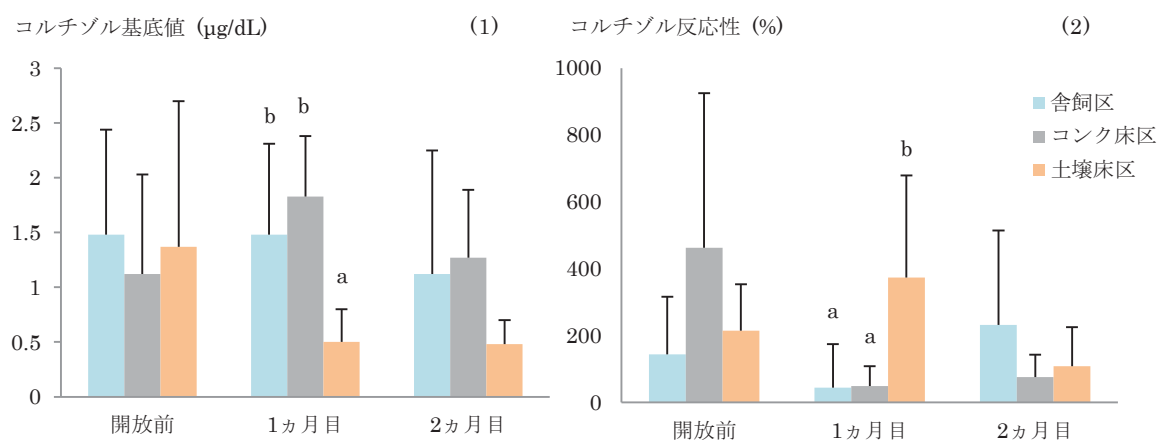


図 3. 定期的な運動場の開放がコルチゾル基底値 (1)、および急性ストレス (保定処置) によるコルチゾル反応性 (2) に及ぼす影響.

ab: 各調査時期における処理区間の比較において異文字間に差あり (Tukey-Kramer 法, $P < 0.05$).

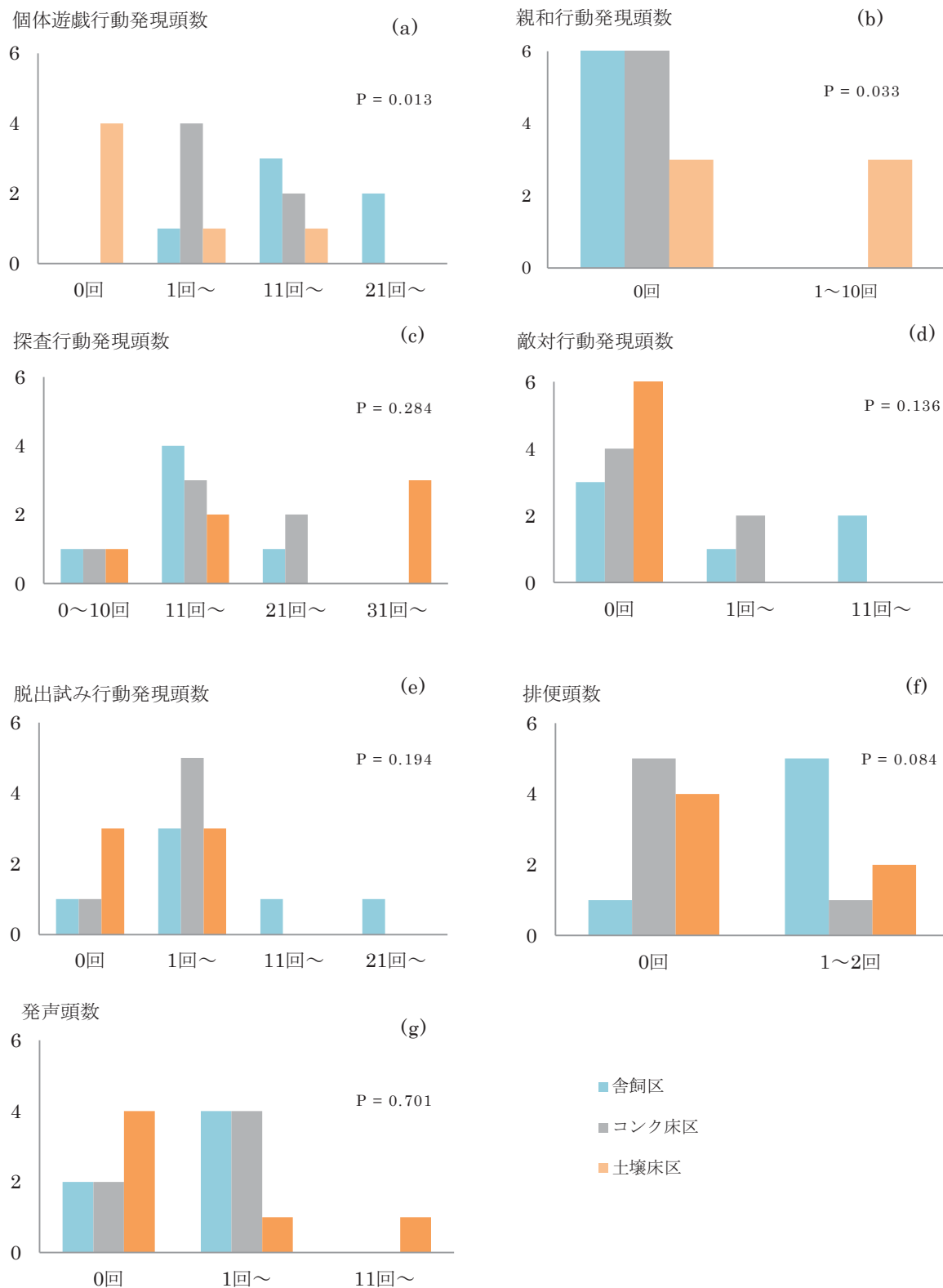


図 4. 定期的な運動場の開放が新奇刺激に対する各行動反応回数の区分毎頭数に及ぼす影響.
 (a) 個体遊戯行動、(b) 親和行動、(c) 探査行動、(d) 敵対行動、(e) 脱出試み行動、(f) 排便、(g) 発声.
 各観察項目における処理間の比較には Kruskal-Wallis を用いた.

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名	有賀 小百合
審 査 委 員	主査：教授 佐藤 衆介 副査：教授 加藤 和雄 教授 麻生 久
学 位 論 文 題 目	日本における肥育牛の福祉問題および福祉性改善に有効な屋外運動場の検討
論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨	
<p>2012 年、世界動物保健機構（OIE）は、陸生動物衛生規約に「家畜福祉と肉用牛生産システム」という節を採択し、その結果、家畜の福祉に配慮した飼養は国際規約となった。我が国では、関心の低さから対応は遅れているが、牛肉の輸出を振興しようとする場合、国際規約との整合性は避けられない。</p> <p>そのような問題意識から、有賀は、まず我が国の典型的な肥育牛生産システムを評価し、苦痛制御、正常行動発現および社会的親和性の低下という福祉問題を抽出した。それを受け、その中で最も対応が困難と考えられる正常行動発現の促進方法の検討を行った。正常行動発現に通じる可能性の高い屋外運動場の開放に着目し、開放時間と構成素材の点から福祉改善効果を検討した。まず、効果的な開放時間を検討するため、運動場を 5 時間開放し、肥育牛の行動発現への影響を調査した。その結果、1 時間の運</p>	

動場開放が、最も効果的であることを明らかにした。次いで、コンクリート床、土壌床、草地床の運動場、さらに、運動場での土壌の提示方法に着目し、土壌のニオイ提示、土山提示、耕耘土壌床提示、圧縮土壌床提示を行い、正常行動発現に最も有効な運動場の構成素材を検討した。その結果、圧縮土壌床提示により、多様な正常行動が適切に発現し、しかもその効果は 1 日後も持続することを明らかにした。以上の結果を受け、圧縮土壌床運動場の提示を 3 日に 1 時間、2 ヶ月間実施した。その結果、本手法は肥育後期牛のエネルギー過多を改善し、心理的ストレス軽減やストレスに対する適応性向上にも効果があり、生産性も改善する可能性を示唆した。以上より本方法を国際規約に適合できる日本型肥育牛福祉飼育システムと提案した。

問題抽出、手順を踏んだ問題解決法の検討、そして畜産の生産力への影響を評価をした研究であり、しかも成果も示唆に富み、博士論文にふさわしいと判定した。